

BEST AVAILABLE COPY

(4)

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-331845

(43)Date of publication of application : 02.12.1994

(51)Int.Cl.

G02B 6/12

(21)Application number : 05-141384

(71)Applicant : TOYOTA CENTRAL RES & DEV LAB INC

(22)Date of filing : 19.05.1993

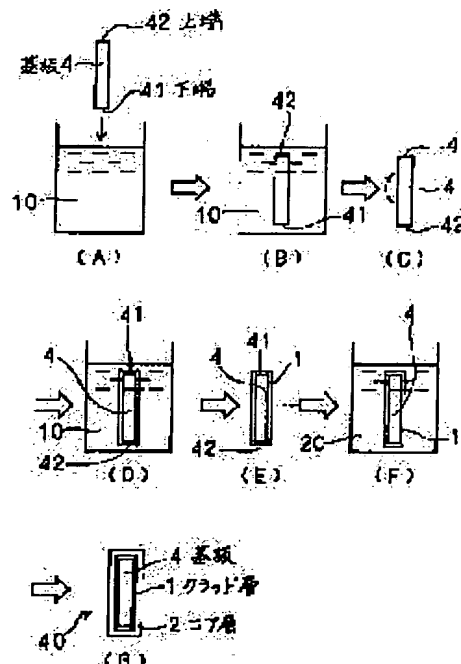
(72)Inventor : KAGAMI MANABU
ITO HIROSHI
MATSUDA MORIHIRO
KATO SATORU
ICHIKAWA TADASHI

(54) PRODUCTION OF PLANAR OPTICAL WAVEGUIDE

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide the process for production of the planar optical waveguide consisting of uniform coating films with lessened scattering loss without generating solvent stress cracking and redissolving at the time of lamination of the thick films of org. polymers.

CONSTITUTION: A first laminating stage for preparing a raw material soln. 10 dissolved with the first org. polymer material for a clad layer and a raw material soln. 20 dissolved with the second org. polymer material for a core layer, immersing a substrate 4 into the raw material soln. 10 for the clad layer and drying the substrate is executed. A second laminating stage for immersing the substrate 4 into the raw material soln. 20 for the core layer and drying the substrate is then executed. The immersion is executed respectively plural times and the turn over of the bottom end 41 and top end 42 of the substrate 4 is executed during this time. The coating films are held in a vertical direction and the drying is executed by suppressing the evaporation rate of the solvent from the coating films is executed at the time of the drying.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 17.03.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3180859

[Date of registration] 20.04.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-331845

(43) 公開日 平成6年(1994)12月2日

(51) Int.Cl.⁵

G 0 2 B 6/12

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

M 8106-2K

N 8106-2K

審査請求 未請求 請求項の数 5 F D (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平5-141384

(22) 出願日 平成5年(1993)5月19日

(71) 出願人 000003609

株式会社豊田中央研究所

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番
地の1

(72) 発明者 各務 学

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番
地の1 株式会社豊田中央研究所内

(72) 発明者 伊藤 博

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番
地の1 株式会社豊田中央研究所内

(74) 代理人 弁理士 高橋 祥泰

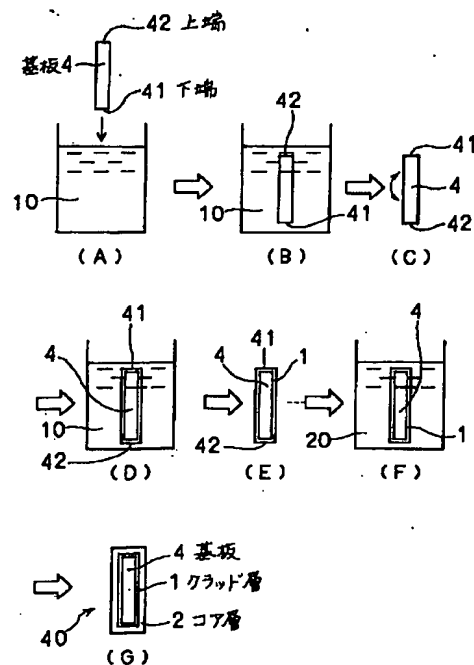
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 平面状光導波路の製造方法

(57) 【要約】

【目的】 有機重合体材料の厚膜積層に際し、溶剤ストレスクラッキングや再溶解の発生がなく、均一の塗膜で、かつ散乱損失の少ない平面状光導波路の製造方法を提供すること。

【構成】 クラッド層用の第1有機重合体材料を溶解した原料溶液10と、コア層用の第2有機重合体材料を溶解した原料溶液20を準備し、基板4をクラッド層用の原料溶液10に浸漬し、乾燥する第1積層工程を行ない、その後コア層用の原料溶液20に基板4を浸漬し、乾燥する第2積層工程を行う。上記浸漬は、それぞれ複数回行ない、その間に基板4の下端41と上端42との反転を行う。また乾燥時には、塗膜を鉛直方向となし、また塗膜からの溶媒蒸発量を抑制して乾燥を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板の表面に第1有機重合体材料よりなるクラッド層及び第2有機重合体材料よりなるコア層を順次積層してなる平面状光導波路を製造するに当たり、上記第1有機重合体材料又は第2有機重合体材料を溶媒に溶解した原料溶液をそれぞれ準備し、まずクラッド層用の原料溶液に基板を浸漬し、乾燥する第1積層工程を行ない、次いで上記クラッド層を形成した基板をコア層用の原料溶液に浸漬し、乾燥する第2積層工程を行う方法であって、上記第1積層工程及び第2積層工程においては、それぞれ上記浸漬を複数回行うと共に少なくとも1回は基板の上下方向の反転を行ない、かつ上記乾燥時には基板における上記原料溶液の塗膜が鉛直方向に平行な状態にあって、上記塗膜からの溶媒蒸発量を抑制しながら乾燥を行うことを特徴とする平面状光導波路の製造方法。

【請求項2】 請求項1において、上記第1積層工程の後に上記第2積層工程を行うに際して、コア層用原料溶液中の溶媒が乾燥するまでの乾燥時間を t 、第2積層工程における乾燥温度における上記溶媒に対する上記第1有機重合体材料の溶解速度を A 、製造される平面状光導波路の使用波長を λ としたとき、これらの間には、「 $A < \lambda / t$ 」の条件が満足されるよう、上記第1有機重合体材料と上記コア層用原料溶液中の溶媒との組合せを選択することを特徴とする平面状光導波路の製造方法。

【請求項3】 請求項1において、第1有機重合体材料はフルオロアルキルアクリレートを用い、上記乾燥時における塗膜からの溶媒蒸発量を抑制する手段として、上記原料溶液中の溶媒と同一の溶媒の濃度 σ の蒸気を含むガス流により、塗膜面積 1 cm^2 当たり、ガス流速 $2\sigma\text{ CCM}/\text{cm}^2$ 未満の雰囲気を用いることを特徴とする平面状光導波路の製造方法。

【請求項4】 請求項1又は2において、第2有機重合体材料としてポリメチルメタクリレートを用い、その溶媒としてメチルイソブチルケトン、酢酸 n ブチル、トルエン、クロロベンゼンの1種又は2種以上を用い、乾燥時においては乾燥用雰囲気ガス流中に混入した溶媒蒸気濃度、及び乾燥用雰囲気のガス流速により乾燥後の膜厚を制御することを特徴とする平面状光導波路の製造方法。

【請求項5】 請求項1において、上記基板の上にクラッド層、コア層を順次積層し、更に該コア層の上に第3有機重合体材料よりなる上部クラッド層を積層してなる平面状光導波路を製造するに当たり、上記第2積層工程の後に上記第1積層工程と同様の操作の第3積層工程を行う方法であって、上記第2積層工程の後に上記第3積層工程を行うに際して、第3有機重合体材料用原料溶液中の溶媒が乾燥するまでの乾燥時間を t 、第3積層工程における乾燥温度における上記溶媒に対する上記第2有機重合体材料の溶解速度を A 、製造される平面状光導波

路の使用波長を λ としたとき、これらの間には「 $A < \lambda / t$ 」の条件が満足されるよう、上記第2有機重合体材料と上記上部クラッド層用原料溶液中の溶媒との組み合わせを選択することを特徴とする平面状光導波路の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、光導波路材料として有機重合体材料を積層することにより構成した、平面状光導波路の製造方法に関する。

【0002】

【従来技術】従来、長距離光通信や光情報処理の分野においては、高信頼性化、高速化、低損失化、小型化を実現するために光回路素子の集積化が進められている。そして、その主要構成部品として平面状光導波路も種々検討されている。従来、これらの分野では、主として、単一モードの光伝送を前提としており、導波路の口径が $10\mu\text{m}$ 角以下で、比屈折率差も1%以下といった構成の光導波路が作製されている。

【0003】また、光導波路用の材料としても、酸化物結晶、ガラス、半導体、有機材料といったあらゆる材料が検討されている。この中でも有機材料は、材料コストが最も安く、量産性に優れていることから、短距離用途を中心とする民生品への応用が期待されている。また、基板上への有機材料による成膜は、通常スピニング法が用いられており、小面積であれば比較的良好に膜厚の均一性が得られている。

【0004】

【解決しようとする課題】上述したように、従来法による有機材料を用いた平面状光導波路の作製法は、有機重合体材料を溶媒に溶かし、スピニングにより基板上に成膜させる方法が一般的である。しかしながら、この方法では厚さ $10\mu\text{m}$ 以上で、且つ、面内で膜厚の均一生の高い成膜は困難であった。

【0005】更に、厚膜を積層する場合は、一般に膜内の溶媒が全て蒸発するまで長時間を要する。そのため、既に塗布乾燥している下層の重合体膜が溶媒に接する時間が必然的に長くなり、ソルベントストレスクラッキングという亀裂が発生する。或いは、境界面における再溶解が徐々に進行し、その結果2種の有機重合体材料による混合層を生じ、この混合層の厚みが使用波長に対して無視できない大きになるという問題点があった。

【0006】ソルベントストレスクラッキングは、構造的な光の散乱中心となり、混合層は屈折率のランダムな揺らぎによる光の散乱を生じる。そのため、これら両者は平面状光導波路の損失要因となる。また、上記混合層に関しては、高分子材料と溶媒の溶解度パラメータという概念を用いて、両者の組み合わせを規定する試みが提案されている（特開昭62-6202号公報）。

【0007】しかし、この規定は溶解の容易性を図るも

のであり、混合層の発生の有無を表現するものではない。特に長時間にわたり溶媒に接していたり、高温乾燥の場合においては、上記混合層の厚みは容易に使用波長以上になってしまうという問題点があった。本発明は、上記問題点に鑑み、有機重合体材料の厚膜積層に際し、溶剤ストレスクラッキングや再溶解の発生がなく、均一塗膜を有し、散乱損失の低い、平面状光導波路の製造方法を提供しようとするものである。

【0008】

【課題の解決手段】本発明は、基板の表面に第1有機重合体材料よりなるクラッド層及び第2有機重合体材料よりなるコア層を順次積層してなる平面状光導波路を製造するに当たり、上記第1有機重合体材料又は第2有機重合体材料を溶媒に溶解した原料溶液をそれぞれ準備し、まずクラッド層用の原料溶液に基板を浸漬し、乾燥する第1積層工程を行ない、次いで上記クラッド層を形成した基板をコア層用の原料溶液に浸漬し、乾燥する第2積層工程を行う方法であって、上記第1積層工程及び第2積層工程においては、それぞれ上記浸漬を複数回行うと共に少なくとも1回は基板の上下方向の反転を行ない、かつ上記乾燥時には基板における上記原料溶液の塗膜が鉛直方向に平行な状態にあって、上記塗膜からの溶媒蒸発量を抑制しながら乾燥を行うことを特徴とする平面状光導波路の製造方法にある。

【0009】本発明において最も注目すべきことは、上記第1積層工程及び第2積層工程の浸漬時には上記複数回の浸漬及び基板の、少なくとも1回の上下反転を行うこと、乾燥時には上記塗膜を鉛直方向に直し、かつ塗膜からの溶媒蒸発量を抑制しながら乾燥することである。

【0010】即ち、上記第1積層工程においては、第1有機重合体材料を溶媒により溶解した原料溶液を準備し、この原料溶液中に基板を浸漬する。浸漬は複数回行うが、この際少なくとも1回は、基板の上下位置を反転させた浸漬を行う。これにより、基板上にほぼ均一な塗膜を形成させることができる。

【0011】上記の上下反転を行わない場合には、基板の下方における塗膜の厚みが上方よりも大きくなってしまい、均一厚みとならない。上記複数回の浸漬は、所望するクラッド層の塗膜厚みが得られるまで行う。その後は、上記塗膜の乾燥を行う。これにより、基板上にクラッド層が形成される。

【0012】即ち、塗膜形成に当たっては、浸漬法を用い、基板面を鉛直方向に平行に配置したまま原料溶液中に浸漬し、引上げ後、例えば溶媒蒸気含有の乾燥ガスにより塗膜面からの溶媒の蒸発速度を抑制しながら乾燥する。塗布された膜は乾燥が進むにつれてゲル化し、最終的に粘度と乾燥時間で規定される膜厚となる。

【0013】ここで、乾燥時間が溶液の流動による移動時間に比べ十分長ければ、ゲル状膜の表面張力により膜面内で平滑な膜面が得られ、余剰の溶液は下方に移動

し、基板から滴下される。また、複数回の浸漬において、基板の向きが常に一定であると、鉛直下方ほど膜厚が大きくなる。そこで、複数回にわたり浸漬し、且つ、その途中において、少なくとも1回以上、基板の向きを上下反転する。これにより、面内で均一な膜厚が得られる。

【0014】クラッド層、コア層の厚膜化は、溶媒中に有機重合体材料を高濃度で溶解した溶媒中に浸漬と乾燥を繰り返すことにより得られる。この際複数回塗布すると、既に乾燥もしくはゲル化している同一の有機重合体材料を再び溶解し、ゲル状の膜を形成する。しかしながら、このゲル状の膜は極端に流動性が悪くなるため容易に厚膜化が達成される。上記乾燥に当たっては、基板上の塗膜が鉛直方向となるように基板を垂下させ、塗膜からの溶媒蒸発量を抑制しながら乾燥を行う。

【0015】溶媒蒸発量の抑制方法としては、例えばクラッド層を形成させる場合には、上記第1有機重合体材料の原料溶液を作成するに当たって用いた溶媒と同一の溶媒蒸気を含むガス流を、塗膜の表面に流しながら、加熱する。この加熱温度は溶媒の沸点よりも低い温度とすることが好ましい。沸点よりも高いと、生成されるクラッド層の表面に凹凸を生じ、平面状光導波路の機能に障害を生ずるおそれがある。

【0016】次に、第2積層工程においては、上記クラッド層を形成した基板を、第2有機重合体材料を溶媒により溶解した原料溶液の中に複数回浸漬する。この際に基板の上下反転を行うこと、乾燥に際して塗膜を鉛直方向とすること、溶媒蒸発量を抑制すること、その手段などは、上記第1積層工程と同様である。これにより、基板の表面にクラッド層、コア層が順次積層される。また、このコア層の上には、必要に応じて上部クラッド層を積層する。該上部クラッド層を積層する第3積層工程は、後述する。

【0017】また、上記基板としては、ガラス、樹脂、半導体、酸化物結晶などの材料を用いる。クラッド層形成用の第1有機重合体材料としては、フルオロアルキルアクリレート、ポリメタクリル酸トリフルオロエチル、シリコン樹脂などを用いる。コア層形成用の第2有機重合体材料としては、ポリメチルメタクリレートなどを用いる。

【0018】上記原料溶液を準備するに当たって、第1有機重合体材料を溶解する溶媒としては、メチルエチルケトン、酢酸エチル、アセトニトリル等の1種又は2種以上の混合物を用いる。一方、第2有機重合体材料を溶解する溶媒としては、メチルイソブチルケトン、酢酸nブチル、トルエン、クロロベンゼンの1種又は2種以上の混合物を用いる。

【0019】次に、上記第1積層工程の後に上記第2積層工程を行うに際して、コア層用原料溶液中の溶媒が乾燥するまでの乾燥時間をt、第2積層工程における乾燥

5

温度における上記溶媒に対する上記第1有機重合体材料の溶解速度をA、製造される平面状光導波路の使用波長を λ としたとき、これらの間には、「 $A < \lambda / t$ 」の条件が満足されるよう、上記第1有機重合体材料と上記コア層用原料溶液中の溶媒との組合せを選択することが好ましい。

【0020】即ち、クラッド層の上にコア層の原料溶液を塗布してコア層を積層していく際には、既に成膜されているクラッド層の第1有機重合体材料が、コア層原料溶液の溶媒と接触する時間が長くなる。そのため、クラッド層とコア層との混合層が生じ、その厚みが光学的損失を生じる使用波長 λ 程度に達する場合がある。そこで、上記「 $A < \lambda / t$ 」の関係を満足する条件で、コア層の形成を行うことが好ましい。

【0021】上記乾燥時間「t」の単位は時間(Hr)を、溶解速度「A」の単位は $\mu\text{m}/\text{Hr}$ を、使用波長「 λ 」の単位は μm を示す。また、「A」は単位時間当たりの溶解もしくは膨潤した第1有機重合体材料の厚みを測定することにより得られる。

【0022】例えば、コア層用の第2有機重合体材料としてポリメチルメタクリレートを用い、原料溶液作成用の溶媒としてメチルイソブチルケトンを用い、第2積層工程における乾燥温度を25℃とする。一方、平面状光導波路の使用波長「 λ 」を0.66 μm とし、 $t=6\text{Hr}$ とする。そうすると $\lambda/t=0.11\mu\text{m}/\text{Hr}$ である。そのため、「 $A < 0.11\mu\text{m}/\text{Hr}$ 」とするには、第1有機重合体材料として、上記乾燥温度における上記溶媒に対する溶解速度が0.1 $\mu\text{m}/\text{Hr}$ 未満のフルオロアルキルアクリレートを用いることになる。

【0023】次に、第1有機重合体材料はフルオロアルキルアクリレートを用い、上記乾燥時における塗膜からの溶媒蒸発量を抑制する手段として、上記原料溶液中の溶媒と同一の溶媒の濃度 σ の蒸気を含むガス流により、塗膜面積1 cm^2 当たり、ガス流速2 $\sigma\text{CCM}/\text{cm}^2$ 未満の雰囲気を用いることが好ましい。上記ガス流速の単位「CCM」は、「 $\text{cc}/\text{分}$ 」を示す。

【0024】また、第2有機重合体材料としてポリメチルメタクリレートを用い、その溶媒としてメチルイソブチルケトン、酢酸nブチル、トルエン、クロロベンゼンの1種又は2種以上を用い、乾燥時には乾燥用雰囲気ガス流中に混入した溶媒蒸気濃度、及び乾燥用雰囲気ガスの流速により乾燥後の塗膜を制御することが好ましい。

【0025】次に、上記のごとく、クラッド層の上にコア層を形成した後には、更に必要に応じて、上記コア層を包みこむようにして上部クラッド層を形成する。この場合には、例えば次の方法がある。即ち、上記基板の上にクラッド層、コア層を順次積層し、更に該コア層の上に第3有機重合体材料よりなる上部クラッド層を積層してなる平面状光導波路を製造するに当たり、上記第2積

6

層工程の後に上記第1積層工程と同様の操作の第3積層工程を行う。

【0026】そして、上記第2積層工程の後に上記第3積層工程を行うに際して、第3有機重合体材料用原料溶液中の溶媒が乾燥するまでの乾燥時間をt、第3積層工程における乾燥温度における上記溶媒に対する上記第2有機重合体材料の溶解速度をA、製造される平面状光導波路の使用波長を λ としたとき、これらの間には「 $A < \lambda / t$ 」の条件が満足されるよう、上記第2有機重合体材料と上記上部クラッド層用原料溶液中の溶媒との組み合わせを選択する。

【0027】上記第3有機重合体材料としては、熱硬化性シリコン樹脂、フッ素樹脂等がある。また、この第3積層工程は前記第1積層工程と同様にして、原料溶液中への浸漬、乾燥を行う。また、上記「 $A < \lambda / t$ 」の関係も同様である。なお、何らかの方法により作製された光導波路を有する平板を基板として用い、これに本発明を適用することによっても、複数の導波層を有する平面状光導波路が得られる。

【0028】

【作用及び効果】本発明においては、上記第1積層工程及び第2積層工程を行ない、その際の浸漬、乾燥を上記のごとく操作している。そのため、クラッド層とコア層との界面に生成される混合層は、平面状光導波路において使用する波長に比較して大きな厚みとならない。そのため、上記界面の屈折率揺らぎに起因する散乱損失は殆ど発生せず、低損失の平面状光導波路を得ることができる。

【0029】また、前述のソルベントストレスクラッキングの発生機構は、塗膜表面に存在する微視的応力集中源に発生したクレーズに溶媒が作用して分子鎖を切断するものである。しかし本発明によれば、上記微視的応力集中源発生を極力押えることができるため有機重合体材料を積層してもソルベントストレスクラッキングは発生しない。そのみならず、本発明法によれば大面積の基板上でも、均一、且つ、平滑に有機重合体材料をコーティング出来る。

【0030】したがって、本発明によれば、有機重合体材料の積層に際してソルベントストレスクラッキングや再溶解の発生がなく、均一塗膜を有し、散乱損失の低い、平面状光導波路の製造方法を提供することができる。

【0031】

【実施例】

実施例1

本発明の実施例にかかる、平面状光導波路の製造方法につき、図1、図2を用いて説明する。本例は、図1

(G)に示すごとく、基本的には、基板4の表面に第1有機重合体材料よりなるクラッド層1及び、第2有機重合体材料よりなるコア層2を順次積層してなる平面状光

導波路を製造しようとするものである。

【0032】また、最終的には、この平面状光導波路は、図2(D)に示すごとく、上記コア層2の周囲にこれを包み込むように上部クラッド層15が形成され、更に上部クラッド層15の上に上部基板45が設けられる。上記平面状光導波路の製造に当たっては、まず図1に示すように、第1有機重合体材料を溶媒に溶解したクラッド層用原料溶液10(図1A)と、第2有機重合体材料を溶媒に溶解したコア層用原料溶液20(図1F)を準備する。

【0033】そして、まず、図1(A)、(B)に示すごとく、クラッド層用原料溶液10に基板4を浸漬し、次いでこれを引き上げ乾燥する(図1C)という第1積層工程を行う。該第1積層工程は、図1(A)～(E)に示すごとく、複数回行う。そして、その間に、次の浸漬に先立って少なくとも1回は、基板4の下端41と上端42との上下方向の反転を行う(図1B～D)。

【0034】また、乾燥時(図1C、E)には、基板における上記原料溶液10の塗膜11が鉛直方向に平行となる状態において、上記塗膜11からの溶媒蒸発量を抑制しながら、乾燥を行う。溶媒蒸発量の抑制は、例えば塗膜11の表面にクラッド層用原料溶液に用いた溶媒の蒸気の流れを当てながら行う。

【0035】次に、基板4の表面にクラッド層1を形成した後は、図1(F)に示すごとく、基板4をコア層用原料溶液20の中に浸漬する。次いで、クラッド層形成の場合と同様に、複数回浸漬、上下反転、鉛直状態での溶媒蒸発量抑制下の乾燥を行う。これにより、図1

(G)に示すごとく、基板4の表面に、クラッド層1、コア層2が順次積層された中間体40が得られる。

【0036】次に、図2(A)～(D)に示すごとく、上記中間体40において、コア層2の上面にエッチングマスク3をフォトリソグラフィにより形成し、ドライエッチングによりエッチングを行ないチャンネル型光導波路22を作製した(図2A～C)。更に、上記光導波

路22の周囲に、必要に応じて、第1積層工程と同様にして上部クラッド層15を形成し、更にその上に上部基板45を設けた。これにより、チャンネル型光導波路を有する平面状光導波路が製造される。

【0037】実施例2

次に、上記実施例1に示した平面状光導波路の製造につき、その具体例を、上記図2、更に図3～図6を用いて説明する。即ち、図2(A)に示すように、全長76mmのガラス材料よりなる基板4上に浸漬法を用い、クラッド層1用の第1有機重合体材料としてフルオロアルキルアクリレート(ダイキン工業(株)製:OP-100;屈折率1.39)を成膜する。

【0038】第1有機重合体材料を溶解する溶媒としてはメチルエチルケトンを用いたが、他の溶媒として、酢酸エチル、アセトニトリル等、もしくはこれらの混合溶媒も可能である。乾燥後、続いてコア層用の第2有機重合体材料として、ポリメチルメタクリレート(屈折率;1.49)を用いて成膜する。溶媒としては、メチルイソブチルケトンとモノクロロベンゼンの混合溶媒を用いた。

【0039】しかし、溶媒としては、この他に、上記第1有機重合体材料のフルオロアルキルアクリレートに対して10時間以上接触しても、クラッド層とコア層の混合層を形成しない溶媒として、酢酸nブチル、トルエン、及びこれらの混合溶媒がある。これらの溶媒の25℃における前記フルオロアルキルアクリレートに対する溶解速度は、全て1時間当たり0.1μm未満であった。これらの成膜条件を表1に示す。

【0040】また、上記図2(B)～(D)に示すエッチング、上部クラッド層15、上部基板45の形成等は公知の方法を採用した。上部クラッド層15としては、シリコン樹脂等の非溶剤系の低屈折率樹脂を用いた。上部基板45としては、ガラスを用いた。

【0041】

【表1】

表1 (クラッド層, コア層の成膜条件)

項目	第1有機重合体材料	第2有機重合体材料
材料名	フルオロアキルアクリレート	ポリメチルメタクリレート
溶媒名	メチルエチルケトン	メチルイソブチルケトン + モノクロロベンゼン
重合体濃度	14 wt %	25 wt %
含有蒸気	メチルエチルケトン	メチルイソブチルケトン + モノクロロベンゼン
飽和蒸気濃度	20 %	10 %
塗膜単位面積当たりの流量	0.4 CCM/cm ² /cm ²	0.3 CCM/cm ² /cm ²
浸漬回数	2	4
乾燥時間	1時間	6時間
乾燥後の膜厚	20 μm	80 μm

【0042】上記方法において、第1有機重合体材料の乾燥は、溶媒と同じメチルエチルケトンの飽和蒸気を、N₂ガス等の不活性ガスにより20%（すなわち、飽和蒸気濃度 $\sigma = 0.2$ ）に希釈したものを乾燥ガスとして用いた。塗膜1 cm²当たりの、単位流路断面積を通過するガス流量（cc/分/cm²/cm² = CCM/cm⁴）をパラメータとして、乾燥後の膜厚分布を図3に示した。同図の横軸は基板の下端から上端までの位置（y mm）を、縦軸は第1有機重合体材料の膜厚T μmを示している。

【0043】同図より知られるごとく、流量が0.4 CCM/cm⁴未満では、溶媒の蒸発速度が低くなり、溶液の下方への移動が容易になるため、溶液が表面張力で

規定される膜厚に収束し、面内での膜厚もほぼ均一化することが分かる。ここで、飽和蒸気の濃度 σ と流量は比例関係にあるため、流量は 2σ CCM/cm⁴未満であれば、常に一様な膜が得られる。

【0044】次に、上記表1の条件において、第1有機重合体材料の濃度を12 wt %とした場合の成膜後の膜厚分布を図3と同様にして、図4に示す。同図中、黒点は2回とも同一方向にディップしたものであり、白点は上下反転をした結果である。上下反転により膜厚の面内均一性が向上していることが分かる。

【0045】次に、図5は、クラッド層形成後に、第2有機重合体材料に4回浸漬した後の膜厚分布を、図3と同様に示したものである。上記浸漬は、2回同一方向に

11

浸漬したのち、上下反転して2回浸漬した。これにより、良好な均一性を示す厚膜が得られた。また、図6には、 $76 \times 26 \text{ mm}^2$ の基板を用いて表1の条件でポリメチルメタクリレートを成膜し、その際溶媒蒸気のガス流量を変えた場合の膜厚変化を示す。同図より知られるごとく、乾燥時の溶媒蒸気のガス流量を変えることにより、広い範囲で膜厚の調整が可能となる。

【0046】また、表1に示したようにコア層形成時の乾燥時間が6時間であっても、前記混合層の厚みが使用波長である $0.66 \mu\text{m}$ に達しない。そのため、これを2次元光導波路として用いた場合、そのクラッド層とコア層の境界面での散乱は観測されず、伝播損失も 0.2 dB/cm と低かった。上記のごとく、本発明によれば、有機重合体材料の積層に際して、溶剤ストレスクラッキングや再溶解の発生がなく、均一塗膜を有し、散乱損失の低い平面状光導波路を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例1における平面状光導波路の製造方法を示す説明図。

【図2】図1に続く、平面状光導波路の製造方法を示す説明図。

【図3】実施例2における、フルオロアルキルアクリレ

12

ートを成膜した場合の、乾燥ガス流量と、基板位置及び膜厚の関係を示す線図。

【図4】実施例2における、フルオロアルキルアクリレートを成膜した場合の、基板の上下反転と、基板位置及び膜厚の関係を示す線図。

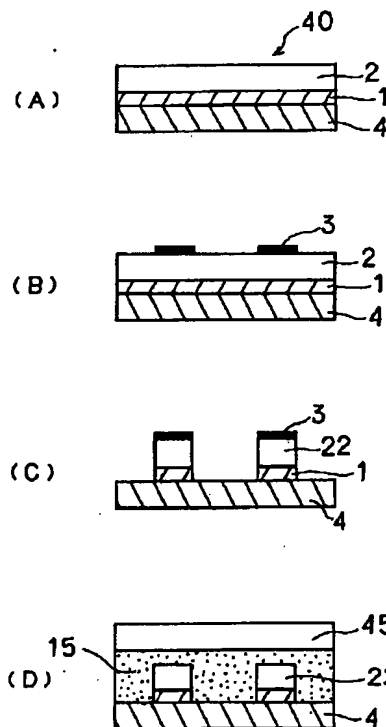
【図5】実施例2における、基板の上下反転を行って、ポリメチルメタクリレートを成膜した場合の、基板位置及び膜厚の関係を示す線図。

【図6】実施例2における、ポリメチルメタクリレートを成膜した場合の、乾燥ガス流量と膜厚との関係を示す線図。

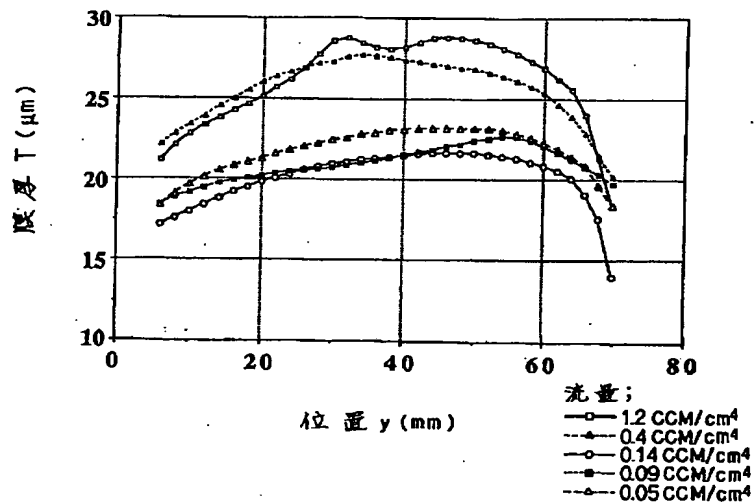
【符号の説明】

- 1... クラッド層,
- 10... 第1有機重合体材料の原料溶液,
- 15... 上部クラッド層,
- 2... コア層,
- 20... 第2有機重合体材料の原料溶液,
- 22... チャンネル型光導波路,
- 3... エッチングマスク,
- 4... 基板,
- 41... 下端,
- 42... 上端,
- 45... 上部基板,

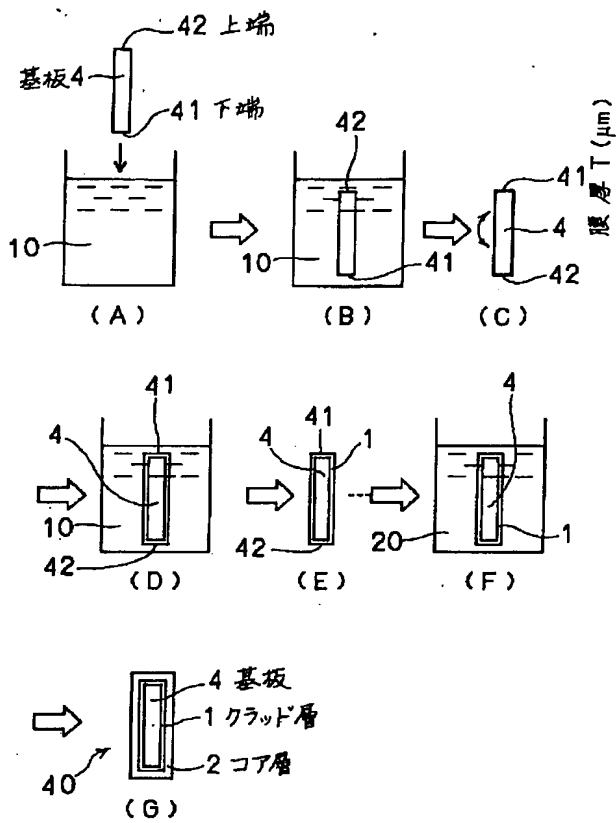
【図2】



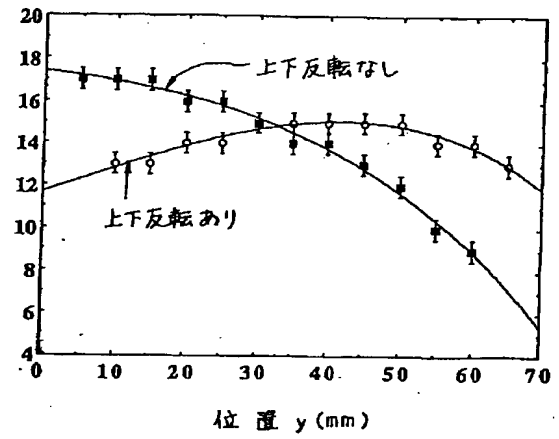
【図3】



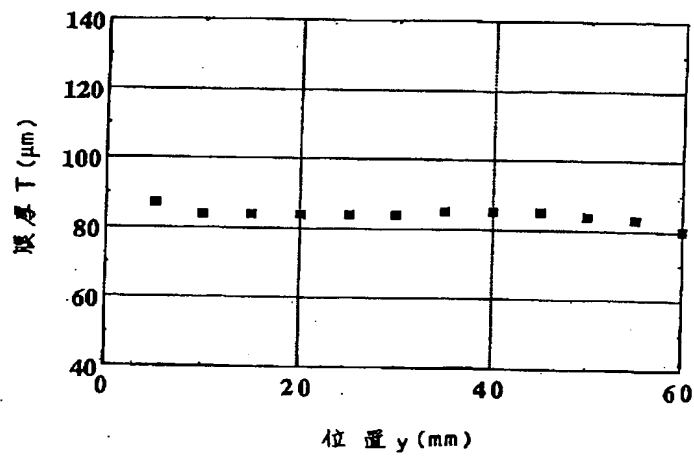
【図1】



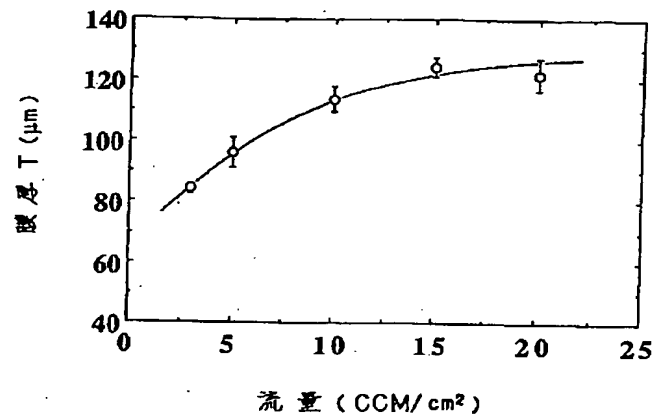
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 松田 守弘
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番
地の1 株式会社豊田中央研究所内

(72)発明者 加藤 寛
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番
地の1 株式会社豊田中央研究所内

(72)発明者 市川 正
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番
地の1 株式会社豊田中央研究所内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.